

Concentration of BOD₅ in the Lacustrine and Transition Zones Koto Panjang Reservoir, Kampar District, Riau Province.

By

William Fransisco Silaen¹⁾, Madju Siagian²⁾, Asmika H. Simarmata²⁾
E-mail: williamfsilaen@gmail.com

Abstract

In the Koto Panjang Reservoir, the floating net caged fish culture produced organic materials that negatively affects the water quality. A study aims to understand the concentration of BOD₅ in the lacustrine and transition zones has been conducted from March to April 2016. There were 4 sampling sites, in the lacustrine 1 (L1), lacustrine 2 (L2), transition 1 (T1) and transition (T2). The vertical sampling points were decided based on transparency of the waters (at the surface, 3m, 6m, 12m, and in the bottom). The number of vertical sampling sites was depended on the depth of the water. 2 Secchi depth, 4 Secchi depth, 6 Secchi depth and in the bottom of the water. Water quality parameters measured were dissolved oxygen, free carbondioxide, nitrate, pH, phosphate, temperature, and transparency. Results shown that BOD₅ concentration in the lakustrine zone was 2.92 – 9.34 mg/L and in transition zone was 2.13 – 7.81 mg/L. Two way anova analysis shown that there was no difference in BOD₅ concentration between zones. The floating net cage activity influences the BOD₅ concentration in the Koto Panjang Reservoir.

Keywords: Koto Panjang reservoir, BOD, lacustrine, transition

1) Student of the Fisheries and Marine Sciences Faculty, Riau University

2) Lecturer of the Fisheries and Marine Sciences Faculty, Riau University

PENDAHULUAN

Waduk Koto Panjang merupakan waduk yang terletak di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Waduk ini dibangun pada tahun 1992 dan selesai pada tahun 1997, mempunyai tinggi bendungan 96m dan genangan seluas 12.400 ha dengan kedalaman air berkisar antara 73 – 85 m. Waduk ini mendapat pasokan air utama dari Sungai Kampar dan Sungai Batang Mahat

yang berhulu di Provinsi Sumatera Barat (PLN, 2002)

Pada zona lakustrin dan transisi waduk ini terdapat aktifitas Keramba Jaring Apung (KJA) dengan pola intensif yang dapat menyebabkan konsentrasi oksigen terlarut dalam air menurun akibat proses pembusukan pakan yang tidak habis dimakan dan feses ikan di KJA tersebut.

Peningkatan bahan organik di perairan dapat menyebabkan meningkatnya kebutuhan oksigen

terlarut untuk menguraikan bahan organik di perairan atau yang lebih sering dikenal sebagai BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). BOD₅ merupakan jumlah oksigen yang digunakan untuk mendekomposisi bahan organik sehingga jika BOD₅ tinggi maka bahan organik juga tinggi (Effendi, 2000).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi BOD₅ di zona lakustrin dan transisi di perairan Waduk Koto Panjang sehingga dapat diketahui sebaran konsentrasi oksigen terlarut pada zona tersebut. Manfaatnya dapat memberikan informasi dasar dalam pengelolaan perairan yang tepat sehingga kegiatan dan fungsi waduk tersebut dapat berkelanjutan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – April 2016 di Waduk Koto Panjang Kecamatan XIII Koto Kampar Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pengukuran kualitas air seperti suhu, kecerahan, kedalaman, pH, oksigen terlarut dilakukan langsung di lapangan sedangkan BOD₅, nitrat, amoniak dan fosfat dilakukan di laboratorium

Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei yaitu dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel langsung dari Waduk Koto Panjang. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder.

Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel ditentukan 2 zona yaitu zona lakustrin dan zona transisi. Titik sampling vertikal ditentukan berdasarkan pengukuran kecerahan yaitu di permukaan, dua kali kedalaman secchi, empat kali kedalaman secchi, enam kali kedalaman secchi dan di dasar.

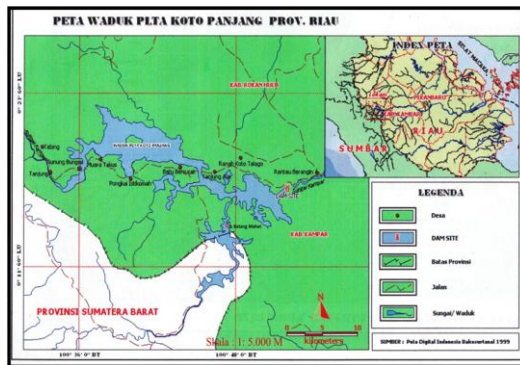
Stasiun L₁ berada paling dekat dengan dam. Secara geografis terletak pada koordinat 00°16'51,1" LU dan 100°51'16,9" BT.

Stasiun L₂ terletak di sekitar Tanjung Alai. Secara geografis berada pada koordinat 00°16'50,3" LU dan 100°46'37,8" BT.

Stasiun T₁ terletak sebelum muara Sungai Kampar. Secara geografis terletak pada koordinat 00°.16'.28,3''LU dan 100°.48'.22,8'' BT.

Stasiun T₂ terletak sebelum muara Batang Mahat. Secara geografis terletak pada koordinat 00°.20'.55,7''LU dan 100°.43'.31,8'' BT.

Lokasi pengambilan sampel dapat pada peta dibawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan konsentrasi BOD₅ dan kualitas air di lapangan dan di laboratorium ditabulasikan dalam bentuk tabel dan digambarkan dalam bentuk grafik, dianalisa secara deskriptif kemudian dibahas berdasarkan literatur yang ada dan dikaitkan dengan parameter kualitas air lainnya lalu diambil kesimpulan.

Untuk menguji hipotesis dilakukan dengan uji two way annova.

HASIL DAN PEMBAHASAN

BOD₅

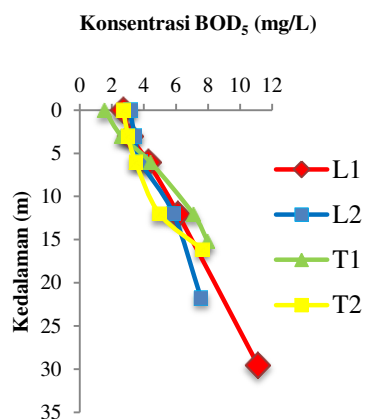
Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa konsentrasi BOD₅ di Waduk Koto Panjang di zona lakustrin dan transisi bervariasi pada tiap stasiun. Konsentrasi BOD₅ rata – rata di zona lakustrin berkisar 2,92 – 9,34 mg/L dan pada zona transisi berkisar 2,13 – 7,81 mg/L (Tabel 1).

Tabel 1. Rata – rata Konsentrasi BOD₅ Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Titik Sampling	Kedalaman (m)	BOD ₅ (mg/L)
L _{1 P}	0	2,71
L _{1 2}	3	3,15
L _{1 4}	6	4,26
L _{1 6}	12	6,13
L _{1 D}	29,53	11,12
L _{2 P}	0	3,13
L _{2 2}	3	3,43
L _{2 4}	6	3,80
L _{2 6}	12	5,84
L _{2 D}	21,76	7,56
T _{1 P}	0	1,55
T _{1 2}	3	2,59
T _{1 4}	6	4,39
T _{1 6}	12	7,07
T _{1 D}	15,2	7,98
T _{2 0}	0	2,71
T _{2 2}	3	3,01
T _{2 4}	6	3,47
T _{2 6}	12	4,96
T _{2 D}	16,14	7,64

Rata – rata konsentrasi BOD₅ di permukaan relatif lebih rendah dibandingkan dengan kedalaman lainnya. Di permukaan, konsentrasi BOD₅ terendah berada di stasiun T_{1P} (1,55 mg/L) dan tertinggi di L_{2P}

(3,13 mg/L). Sedangkan di dasar konsentrasi BOD₅ terendah berada di L_{2D} (7,56 mg/L) dan tertinggi ditemukan di L_{1D} (11,12 mg/L). Untuk melihat Profil vertikal BOD₅ selama penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 2. Konsentrasi Rata – rata BOD₅ Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Uji dua arah anova terhadap BOD₅ menunjukkan konsentrasi BOD₅ antar zona tidak berbeda nyata ($p= 0,1093$) tetapi antar kedalaman berbeda nyata ($p= 0,0007$) yang berarti hipotesis dalam penelitian ini ditolak. Tidak berbedanya konsentrasi BOD₅ antar zona dikarenakan karena pada saat penelitian banyak KJA dipindahkan ke zona transisi sehingga masukan bahan organik di zona lakustrin dan transisi kurang lebih sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Mc Donald

dalam Simarmata (2007) yang menyatakan bahwa sumber masukan bahan organik di waduk yang memiliki KJA antara lain pakan yang tidak termakan, dan sisa metabolisme; sehingga bahan organik yang masuk kurang lebih sama.

Tingginya konsentrasi BOD₅ di dasar perairan disebabkan oleh tingginya proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan. Bahan organik di dasar perairan berasal dari akumulasi bahan organik dari permukaan ke dasar perairan, oleh sebab itu konsentrasi BOD₅ di dasar lebih tinggi dibandingkan dengan permukaan perairan. Ini sesuai dengan Panjaitan *dalam* Sitompul (2013) yang menyatakan bahwa pada perairan yang relatif tenang (*stagnant*) seperti waduk, limbah organik yang masuk akan mengendap dan terakumulasi pada dasar perairan sehingga bahan organik kemudian meningkat atau BOD₅ meningkat.

Oksigen Terlarut (DO)

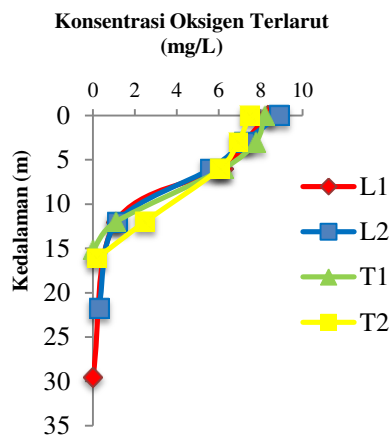
Konsentrasi oksigen terlarut rata – rata zona lakustrin adalah 0,14 – 8,60 mg/L dan di zona transisi adalah 0,09 – 7,84 mg/L (Tabel 2).

Tabel 2. Konsentrasi rata - rata Oksigen Terlarut Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Titik Sampling	Kedalaman (m)	DO (mg/L)
L _{1P}	0	8,85
L ₁₂	3	7,20
L ₁₄	6	5,62
L ₁₆	12	1,17
L _{1D}	29,53	0,28
L _{2P}	0	8,20
L ₂₂	3	7,76
L ₂₄	6	6,22
L ₂₆	12	1,09
L _{2D}	21,76	0,00
T _{1P}	0	8,20
T ₁₂	3	7,76
T ₁₄	6	6,22
T ₁₆	12	1,09
T _{1D}	15,2	0,00
T ₂₀	0	7,47
T ₂₂	3	6,93
T ₂₄	6	6,05
T ₂₆	12	2,47
T _{2D}	16,14	0,17

Keterangan: SD= *Secchi Disk*

Konsentrasi oksigen terlarut cenderung menurun seiring bertambahnya kedalaman (Gambar 2).



Gambar 3. Konsentrasi Rata – rata DO Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Gambar 2 menunjukkan bahwa rata – rata konsentrasi oksigen

terlarut di permukaan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kolom air lainnya. Sedangkan antar zona terlihat bahwa DO tertinggi ditemukan di zona lakustrin (8,85 mg/L) dan terendah di zona transisi (7,47 mg/L). Sedangkan jika dilihat di dasar, konsentrasi oksigen terendah ditemukan di L_{2D} dan T_{1D} (0,00 mg/L) dan oksigen terlarut tertinggi ditemukan di L_{1D} (0,28 mg/L). Hal ini karena di permukaan terjadi proses fotosintesis oleh fitoplankton dan juga berasal dari difusi udara, sehingga konsentrasi oksigen di permukaan lebih tinggi daripada di dasar. Sementara di dasar, suplai oksigen sedikit dan dimanfaatkan untuk proses respirasi dan dekomposisi bahan organik. Ini sesuai dengan pendapat Adiwilaga, Hariyadi dan Pratiwi (2009) yang menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman karena suplai oksigen dari proses fotosintesis dan difusi menurun.

Parameter Penunjang Kualitas Air

Parameter Fisika

Data pengukuran parameter fisika selama penelitian yaitu suhu,

kedalaman dan kecerahan di Waduk Koto Panjang pada zona lakustrin dan transisi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Nilai Parameter Fisika Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Zona	Parameter Fisika		
	Kedalaman (m)	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)
Lakustrin	0	30,8	122,8
	3	30	
	6	29,3	
	12	28,3	
	25,65	26,3	
Transisi	0	31,1	113
	3	30,5	
	6	29,6	
	12	28,3	
	20,67	27,1	

Kedalaman

Hasil pengukuran kedalaman di masing masing stasiun selama penelitian berkisar 16,13 – 29,53 m. Kedalaman rata – rata tertinggi ditemukan di zona lakustrin 1 yaitu 29,53 m dan terendah ditemukan di zona transisi 2 yaitu 16,13 m.

Suhu

Rata – rata suhu pada zona lakustrin Waduk Koto Panjang berkisar 26,33 – 30,83°C dimana suhu tertinggi di permukaan air 30,83°C dan suhu terendah terdapat di dasar perairan 26,33°C. Rata – rata suhu di zona transisi berkisar 27,17 – 31,17°C dimana suhu tertinggi terdapat di permukaan air (31,17°C) dan terendah di dasar perairan (27,17 °C). Suhu perairan cenderung

menurun seiring dengan bertambahnya kedalaman hal ini dikarenakan cahaya matahari tidak tembus sampai ke dasar perairan.

Suhu Waduk Koto Panjang masih dapat mendukung kehidupan organisme perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd (1982) yang menyatakan bahwa kisaran suhu di daerah tropis yang layak untuk kehidupan organisme akuatik adalah 25 - 32°C.

Kecerahan

Nilai kecerahan pada penelitian Waduk Koto Panjang di zona lakustrin dan zona transisi berkisar 102,50 cm - 123,83 cm. Kecerahan tertinggi terdapat di zona lakustrin pada stasiun L1 (123,83cm) dan terendah di zona transisi T2 (102,50 cm).

Kecerahan yang didapat selama penelitian di Waduk Koto Panjang masih mendukung kehidupan organisme akuatik yang terdapat di dalam perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Alaerts dan Santika (1984) yang menyatakan kecerahan yang baik adalah tidak kurang dari 60 cm.

Parameter Kimia

Data pengukuran parameter kimia selama penelitian adalah pH

CO₂, nitrat, amonia dan fosfat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata – rata Nilai Parameter Kimia Selama Penelitian di Waduk Koto Panjang

Zona	Parameter Kimia					
	Kedalaman (m)	pH	CO ₂	Nitrat	Amonia	Fospat
Lakustrin	0	5,17	0,40	0,40	1,12	0,15
	3	5,00	0,50	0,50	1,11	0,16
	6	5,00	0,42	0,42	1,10	0,16
	12	5,00	0,37	0,37	1,26	0,17
	25,65	5,33	0,48	0,48	2,01	0,18
Transisi	0	5,00	0,28	0,28	0,98	0,18
	3	5,17	0,27	0,27	0,92	0,17
	6	5,00	0,47	0,47	0,96	0,14
	12	5,00	0,33	0,33	1,28	0,13
	20,67	5,00	0,37	0,37	1,39	0,14

Derajat Keasaman (pH)

Nilai derajat keasaman (pH) Waduk Koto Panjang di zona lakustrin dan zona transisi berkisar 5,00 – 5,33. pH terendah di zona lakustrin (5,33) dan tertinggi di zona transisi. Konsentrasi pH terendah terdapat di dasar zona lakustrin (5,33) dan tertinggi terdapat di dasar zona transisi. Jika dilihat nilai derajat keasaman (pH) dari permukaan hingga dasar zona lakustrin semakin naik sedangkan zona transisi cenderung stabil hal ini disebabkan konsentrasi BOD₅ di zona lakustrin lebih tinggi dibandingkan dengan zona transisi, hal ini sesuai dengan pendapat Soepardi *dalam* Baikal (2001) menyatakan bahwa pH berhubungan

dengan reaksi tanah, bahan organik dan jasad mikro.

Kordy (2005) menyatakan bahwa nilai derajat keasaman ideal adalah 4 – 9, ini berarti nilai pH di Waduk Koto Panjang masih tergolong baik dan masih mendukung kehidupan organisme perairan tersebut.

Karbendioksida Bebas (CO₂)

Dari hasil penelitian di Waduk Koto Panjang Konsentrasi karbendioksida bebas cenderung meningkat seiring dengan pertambahan kedalaman. Rata – rata konsentrasi karbendioksida bebas yang ditemukan di zona lakustrin berkisar 0,30 – 0,57 mg/L dan di zona transisi berkisar 0,23 – 0,52 mg/L. Rendahnya karbendioksida di

permukaan perairan diduga karena karbondioksida bebas tersebut dipakai untuk berfotosintesis oleh fitoplankton maupun perifiton sehingga di perairan yang menyebabkan konsentrasi CO_2 menurun sedangkan di dasar zona lakustrin konsentrasi karbondioksida bebas cenderung meningkat diduga karena terjadinya proses respirasi dan dekomposisi bahan organik secara aerobik serta tidak terjadi proses fotosintesis sehingga kadar CO_2 meningkat ini sesuai dengan pendapat Asmawi *dalam* Mayunita (2013) yang menyatakan bahwa naiknya karbondioksida bebas selalu diiringi dengan rendahnya pH dan menurunnya oksigen terlarut yang diperlukan untuk pernafasan organisme akuatik.

Nitrat (NO_3)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Waduk Koto Panjang rata - rata konsentrasi nitrat di zona lakustrin berkisar 0,40 - 0,48 mg/L dan di zona transisi berkisar 0,28 – 0,37 mg/L (Tabel 4).

Konsentrasi nitrat pada setiap kedalaman bervariasi di setiap zona, hal ini diduga karena berbedanya pemanfaatan nitrat oleh fitoplankton

Konsentrasi nitrat cenderung meningkat pada kedalaman 2SD – 4SD hal ini dikarenakan pada kedalaman ini merupakan posisi jaring KJA. Hal ini sesuai dengan pendapat Hutagalung *et al. dalam* Utami (2015) yang menyatakan kadar nitrat di perairan sangat dipengaruhi oleh transportasi nitrat di perairan tersebut, oksidasi ammonia oleh mikroorganisme dan pengambilan nitrat untuk proses fotosintesis. Selanjutnya pada dasar perairan konsentrasi nitrat cenderung meningkat hal ini dikarenakan bahan organik lebih banyak di dasar perairan.

Amonia

Hasil penelitian di Waduk Koto Panjang, konsentrasi amoniak rata – rata di zona lakustrin berkisar 1,12 – 2,01 mg/L dimana konsentrasi terendah di permukaan 1,12 mg/L dan tertinggi ditemukan di dasar perairan sebesar 2,01 mg/L.

Konsentrasi rata – rata amonia di zona transisi berkisar 0,98 – 1,39 mg/L dimana konsentrasi terendah ditemukan di permukaan air berkisar 0,98 mg/L dan konsentrasi tertinggi sebesar 1,39 mg/L. Jika dibandingkan dengan zona lakustrin,

konsentrasi amonia di zona transisi cenderung lebih rendah, hal ini diduga karena berbedanya masukan bahan organik di zona transisi, hal ini sesuai dengan pendapat Boyd (1982) menyatakan amonia berasal dari hasil dekomposisi protein dan sisa pakan atau plankton yang mati, reduksi nitrit oleh bakteri, kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme – organisme yang terdapat di perairan.

Konsentrasi amoniak yang maksimum bagi kehidupan ikan air tawar kurang dari 1 mg/L. Apabila konsentrasi amoniak >1,5 mg/L, maka perairan tersebut telah pencemaran (Tatangindatu *et al.*, 2013). Berdasarkan uraian diatas diduga telah terjadi pencemaran air oleh amonia di Waduk Koto panjang.

Fosfat (PO₄)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Waduk Koto Panjang, rata – rata konsentrasi phospat di zona lakustrin berkisar 0,15 – 0,18 mg/L dimana konsentrasi terendah di permukaan 0,15 mg/L dan tertinggi ditemukan di dasar perairan 0,18 mg/L.

Rendahnya fosfat di permukaan perairan diduga karena fosfat tersebut digunakan oleh

fitoplankton sedangkan di dasar tidak terjadi proses fotosintesis karena cahaya matahari tidak sampai ke dasar.

Goldman dan Horne (1983) mengelompokkan kesuburan perairan atas lima tingkatan yaitu: 0,000 – 0,020 mg/L perairan sangat miskin (ultra oligotrofik), 0,021 – 0,050 mg/L perairan miskin (oligotrofik), 0,051 – 0,100 mg/L kesuburan sedang (mesotrofik) 0,101 – 0,200 mg/L subur (eutrofik), dan > 0,200 mg/L terlalu subur (hipertrofik). Jika konsentrasi fosfat di zona lakustrin dan transisi 0,16 mg/L dan 0,18 mg/L dibandingkan dengan pendapat diatas, maka dapat disimpulkan zona lakustrin dan transisi termasuk kategori kesuburan sedang (mesotrofik).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa konsentrasi BOD₅ di zona lakustrin sebesar 2,92 – 9,34mg/L, zona transisi 2,13 – 7,81. Konsentrasi BOD₅ meningkat dengan bertambahnya kedalaman. Hasil uji dua arah ANOVA menunjukkan konsentrasi BOD₅ antar zona tidak berbeda nyata dan

antar kedalaman berbeda nyata, ini artinya hipotesis ditolak. hal ini disebabkan KJA yang berada di zona lakustrin dipindahkan ke zona transisi yang menyebabkan masukan bahan organik kurang lebih sama. Konsentrasi BOD₅ sudah mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut dimulai dari kedalaman 3SD sampai ke dasar perairan

Saran

Berdasarkan penelitian ini maka disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan mengenai beban masukan bahan organik di zona lakustrin dan transisi Waduk Koto Panjang. Penulis juga menyarankan agar pemberian pakan dilakukan seoptimal mungkin serta letak KJA yang ada di Waduk Koto Panjang tidak terkonsentrasi pada satu lokasi saja agar beban masukan bahan organiknya tidak terakumulasi di satu tempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga E.M., S. Hariyadi dan N.T.M. Pratiwi. 2009. Perilaku Oksigen Terlarut Selama 24 Jam pada Lokasi Keramba Jaring Apung di Waduk Saguling Jawa Barat. Jurnal Limnotek. Vol. XIV, (2);109-118.
- Alaerts dan Santika. 1984. Metode Penelitian. Usaha Nasional. Surabaya.
- Baikal. 2001. Profil Vertikal Fosfat dan Nitrat di Waduk Koto Panjang Desa Tanjung Balik Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Koto Provinsi Sumatera Barat. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management in Warm Fish Pond. Auburn University Agricultural Experiment.
- Effendi, H. 2000. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanius. Yogyakarta.
- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. Limnology. Mc. Graw Hill International Book Company. Tokyo. 152 Hal.
- Kordy, K. 2005. Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. PT. Asda Mahasatya. Jakarta. 208 Hal.
- Mayunita, R. 2013. Profil Vertikal Oksigen Terlarut di Waduk Bandar Kayangan Kelurahan Lembah Sari Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).
- PLN. 2002. PLTA Koto Panjang. Perusahaan Listrik Negara. Pekanbaru: (Tidak Diterbitkan).

Simarmata, A. H. 2007. Kajian Keterkaitan Antara Kemantapan Cadangan Oksigen Dengan Beban Masukan Bahan Organik di Waduk IR. H. Juanda Purwakarta, Jawa Barat. Desertasi. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. (Tidak Diterbitkan).

Sitompul, N. 2013. Profil Vertikal Fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Kelurahan Lembah Sari Kabupaten Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru.

Tatangindatu, F., O. Kalesaran., dan R. Rompas. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air Pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. Budidaya Perairan I (2) : 8-19

Utami, D. A. 2015. Kualitas Perairan Waduk Koto Panjang di Sekitar DAM Site Berdasarkan Indeks Kimia Kirchoff. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan)